

## Vacuum pump

**Patent number:** DE3613344  
**Publication date:** 1987-10-22  
**Inventor:** LOTZ HEINRICH (DE)  
**Applicant:** PFEIFFER VAKUUMTECHNIK (DE)  
**Classification:**  
- international: F04D19/04  
- european: F04D19/04D  
**Application number:** DE19863613344 19860419  
**Priority number(s):** DE19863613344 19860419

**Also published as:**

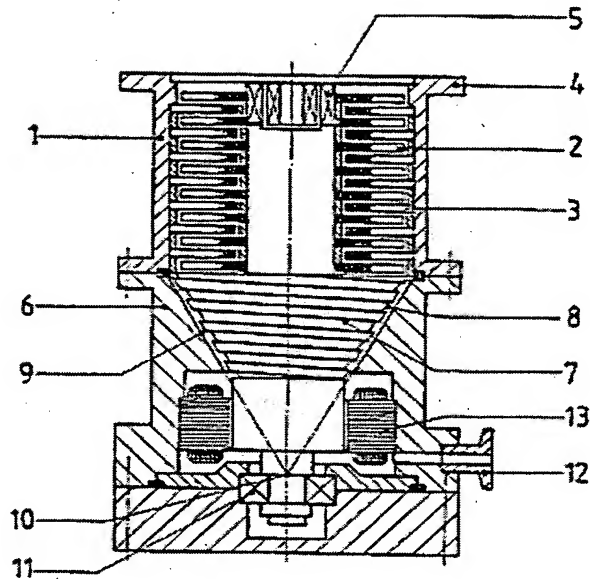
 US4826394 (A1)  
 NL8700458 (A)  
 JP62255597 (A)  
 GB2189295 (A)  
 FR2597552 (A1)

more >>

Abstract not available for DE3613344

Abstract of corresponding document: **US4826394**

A turbo-molecular vacuum pump has a high vacuum side and a fore vacuum side in the form of a molecular pump in which the rotor and stator are frusto-conically shaped. The frusto-conically shaped rotor surface has a helical groove. An axial bearing for the rotor is located at an imaginary apex point of the conically-shaped surface of the rotor. The surface of the bearing containing the imaginary apex point is stationary relative to the stator. The rotor and stator are formed of a high heat conductivity material.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 36 13344 A 1

61 Int. Cl. 4:  
F04D 19/04

21 Aktenzeichen: P 36 13 344.2  
22 Anmeldetag: 19. 4. 86  
43 Offenlegungstag: 22. 10. 87

Behörden

DE 3613344 A1

71 Anmelder:

Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH, 6334  
Aßlar, DE

72 Erfinder:

Lotz, Heinrich, 6330 Wetzlar, DE

56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-PS	6 05 902
DE-OS	24 12 624
US	27 30 297
US	18 10 083

54 Turbomolekular-Vakuumpumpe für höheren Druck

Die Erfindung betrifft eine Turbomolekular-Vakuumpumpe, bei der der hochvakuumseitige Teil als Turbomolekularpumpe ausgebildet ist und der dem Vorvakuum zugewandte Teil eine Art Molekularpumpe nach Hollweck darstellt. Durch diese Pumpenkombination wird der Arbeitsbereich der Turbomolekularpumpe nach höheren Drücken hin verschoben. Dabei ist die Molekularpumpe so konstruiert, daß der Spalt zwischen Rotor und Stator bei thermischer Ausdehnung des Rotors konstant bleibt.

DE 3613344 A1

## Patentansprüche

1. Turbomolekular-Vakuumpumpe, dadurch gekennzeichnet, daß der hochvakuumseitige Teil (1) als Turbomolekularpumpe mit Rotor- (2) und Statorscheiben (3) ausgebildet ist, und der dem Vorvakuum zugewandte Teil des Rotors (7) durch einen Kegel oder einen Kegelstumpf gebildet wird, auf dem sich spiralförmige Nuten (8) befinden und der zugehörige Stator aus einem der Kegelform angepaßten Konus (9) besteht, wobei das Lager (11), welches den Rotor axial fixiert, sich am spitzen Ende (10) des Kegels bzw. sich in der gedachten Spitze (10) des Kegelstumpfes befindet.

2. Turbomolekular-Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das spitze Ende (10) des Kegels bzw. des Kegelstumpfes sich auf der der Turbomolekularpumpe zugewandten Seite des Rotors befindet.

3. Turbomolekular-Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das spitze Ende (10) des Kegels bzw. des Kegelstumpfes sich auf der der Turbomolekularpumpe zugewandten Seite des Rotors befindet.

4. Molekularpumpe, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (7) durch einen Kegel oder einen Kegelstumpf gebildet wird, auf dem sich spiralförmig Nuten (8) befinden und der zugehörige Stator aus einem der Kegelform angepaßten Konus (9) besteht, wobei das Lager (11), welches den Rotor axial fixiert, sich am spitzen Ende (10) des Kegels bzw. sich in der gedachten Spitze (10) des Kegelstumpfes befindet.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Turbomolekular-Vakuumpumpe.

Molekularpumpen erzeugen im Gebiet der Molekularströmung ein konstantes Druckverhältnis und im Gebiet der Laminarströmung eine konstante Druckdifferenz. Bei den Molekularpumpen nach der Bauart von z. B. Gaede, Hollweck oder Siegbahn sind bei sehr engen Spalten sowohl das Druckverhältnis im Molekulargebiet als auch die Druckdifferenz im Laminargebiet besonders hoch. Turbomolekularpumpen als Weiterentwicklung der Molekularpumpen der früheren Bauart erzeugen bei größeren Spalten im Molekulargebiet ein sehr hohes Druckverhältnis, im Laminargebiet jedoch nur eine geringe Druckdifferenz.

Eine Molekularpumpe nach der Bauart von Hollweck wird zum Beispiel in dem CH-Patent 2 22 288 dargestellt. Der grundsätzliche Aufbau und die Funktionsweise einer Turbomolekularpumpe werden in der Zeitschrift "Vakuumtechnik", Heft 9/10 — 1966 unter dem Titel "Die Turbomolekularpumpe" von W. Becker beschrieben. Bei beiden Pumpentypen handelt es sich um Molekularpumpen, d. h. sie arbeiten im molekularen Strömungsgebiet, und der Gastransport erfolgt durch Impulsübertragung von bewegten Wänden auf die Moleküle des zu fördernden Gases.

Der Arbeitsbereich von Turbomolekularpumpen ist aber nach höheren Drücken hin begrenzt, da sie nur im molekularen Strömungsgebiet voll wirksam sind. Das molekulare Strömungsgebiet wird begrenzt durch den Druck, bei dem die mittlere freie Weglänge der Moleküle auf die Größenordnung der Gefäßdimensionen absinkt.

Daher arbeiten Turbomolekularpumpen nur in Kombination mit Vorvakuum-pumpen. In der Regel sind dies zweistufige Drehschieberpumpen. Wenn es nun gelingt, den Arbeitsbereich von Turbomolekularpumpen nach höheren Drücken hin zu verschieben, dann könnte der Aufwand zur Erzeugung des Vorvakuums verringert werden. Zum Beispiel würden einstufige Drehschieberpumpen ausreichen. In anderen Fällen könnte man die ölgedichteten Drehschieberpumpen z. B. durch trockene Membranpumpen ersetzen.

Man kann den Arbeitsbereich einer Turbomolekularpumpe nach höheren Drücken hin verschieben, indem man im Anschluß an die Vorvakuumstufe eine Molekularpumpe nach Art einer Hollweck-Pumpe anbringt. Solche Kombinationen sind zum Beispiel in der DE-AS 24 09 857 und in der EP 01 29 709 beschrieben.

Wesentlich für die Funktion einer solchen Hollweck-Pumpe ist, daß der Abstand zwischen Rotor und Stator sehr gering ist. Nur dann arbeitet sie auch bei höheren Drücken als eine Turbomolekularpumpe noch im molekularen Strömungsgebiet und entwickelt ihr volles Druckverhältnis, welches den Arbeitsbereich zu höheren Drücken hin verschiebt. Theorie und experimentelle Ergebnisse erfordern einen Abstand zwischen Rotor und Stator von einigen hundertstel Millimetern.

Eine weitere Voraussetzung für einen guten Wirkungsgrad einer Molekularpumpe ist eine hohe Drehzahl des Rotors.

Diese beiden extremen Erfordernisse, hohe Drehzahl und enge Spalte, bedeuten für die Konstruktion einer Molekularpumpe zwei Bedingungen, die schwer miteinander zu vereinbaren sind. Je höher die Drehzahl ist, umso größer muß der minimale Abstand zwischen rotierenden und stehenden Teilen sein, um einen Anlauf zu verhindern. Bei sehr hohen Drehzahlen und sehr engen Spalten stellen alle bisher bekannten Konstruktionen von Molekularpumpen, außer Turbomolekularpumpen, äußerst kritische Bauteile dar. Dies gilt besonders dann, wenn durch die thermische Ausdehnung des Rotors, bedingt durch den elektrischen Antrieb, Reibungsverluste und Kompressionsarbeit der Spalt sich weiter verringert. Dann kommt es leicht zum Anlaufen des Rotors am Stator und als Folge davon in vielen Fällen zur Zerstörung der Pumpe.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Molekularpumpe zu konstruieren, bestehend aus einer Turbomolekularpumpe und einer Vorvakuumstufe als Molekularpumpe, die nach der Art einer Hollweck-Pumpe ausgebildet ist. Dabei soll die als Vorvakuumstufe dienende Molekularpumpe so konstruiert sein, daß unter den extremen Bedingungen von sehr engen Spalten zwischen Rotor und Stator und hohen Drehzahlen auch bei Ausdehnung des Rotors, z. B. durch Temperaturerhöhung, ein sicherer Betrieb gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Ansprüche 2 und 3 kennzeichnen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung. Anspruch 6 kennzeichnet die Molekularpumpe alleine.

Durch die Tatsache, daß das Lager dieser Pumpkombination, welches den Rotor axial fixiert, sich am spitzen Ende des Kegels bzw. in der gedachten Spitze eines Kegelstumpfes befindet, bleibt der Abstand zwischen Rotor und Stator der so gebildeten Pumpstufe bei Ausdehnung des Rotors konstant. Die Änderungen des Abstandes zwischen Rotor- und Statorscheiben der Turbomolekular-Pumpstufe variiert wie bei den bekannten Konstruktionen von Turbomolekularpumpen innerhalb

der Toleranzgrenzen, welche etwa um den Faktor 10 größer sind als bei einer nach Art einer Hollweck-Pumpe ausgebildeten Molekularpumpe.

Daß die Spaltbreite an der kegelförmigen Molekularpumpe bei Ausdehnung des Rotors konstant bleibt, wenn der Kegel in der Spitze fixiert ist, läßt sich anhand der Fig. 3 zeigen. Bei isotroper Wärmeausdehnung des Rotors gilt

$$\frac{\Delta l_r}{\Delta l_a} = \frac{l_r}{l_a}$$

Somit bleibt der Winkel  $\alpha$  konstant, und ein Punkt  $P$  auf dem Rotor verschiebt sich parallel zum Kegelmantel nach  $P'$ .

Bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 2 befindet sich die Kegelspitze auf der der Turbomolekularpumpe zugewandten Seite des Rotors. Bei dieser Konstruktion gelten die gleichen Verhältnisse für die Spaltbreite  $a$ . Man hat hierbei jedoch noch den Vorteil, daß die Zentrifugalkraft eine zusätzliche Pumpwirkung hervorruft. Beim Austritt aus der Turbomolekularpumpe wird das Gas bei kleinem Radius in die Vorpumpenstufe aufgenommen und bei großem Radius ausgestoßen.

Selbstverständlich kann die kegelförmige Molekularpumpe auch separat oder in Verbindung mit einer andersartigen Hochvakuumpumpe vorteilhaft eingesetzt werden.

Anhand der Fig. 1 bis 3 soll der Erfindung näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1: Erfindungsgemäße Turbomolekularpumpe, bei der die Kegelspitze der Turbomolekularpumpe abgewandt ist.

Fig. 2: Erfindungsgemäße Turbomolekularpumpe, bei der die Kegelspitze der Turbomolekularpumpe zugewandt ist.

Fig. 3: Ausschnitt aus Fig. 1.

In den Fig. 1 und 2 sind zwei verschiedene Ausführungsformen dargestellt, die sich grundsätzlich dadurch unterscheiden, daß in Fig. 1 die Kegelspitze der Molekularpumpe der Vorvakuumseite und in Fig. 2 der Seite, auf der sich die Turbomolekularpumpe befindet, zugewandt ist. Somit kann in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 die Fliehkraft zusätzlich als Pumpeffekt mit ausgenutzt werden.

In dem Gehäuse 1 der Turbomolekularpumpe befinden sich Rotor- 2 und Statorscheiben 3. Der hochvakuumseitige Teil wird durch einen Flansch 4 abgeschlossen. Ein Lager 5, welches zum Beispiel als Magnetlager ausgebildet sein kann, dient zur radialen Führung des Rotors. Dieses Lager 5 muß nicht unbedingt auf der Hochvakuumseite angebracht sein. Wenn ein ölgeschmiertes Kugellager verwendet wird, ist es vorzuziehen, dieses auf der Vakuumseite der Turbomolekularpumpe anzuordnen.

Der vakuumseitige Teil der Pumpkombination ist mit 6 bezeichnet. Der Rotor dieser Pumpstufe wird durch einen Kegelstumpf 7 mit spiralförmigen Nuten 8 gebildet. Der zugehörige Stator besteht aus einem der Kegelform angepaßten Konus 9. Die gedachte Spitze des Kegelstumpfes 7 befindet sich bei 10. An dieser Stelle ist auch ein Lager 11 angebracht, welches den Rotor axial fixiert. Der Vorvakuumanschluß ist mit 12 und der elektrische Antriebsmotor mit 13 bezeichnet.

In Fig. 3 sind die geometrischen Verhältnisse bei einer Wärmeausdehnung des Rotors dargestellt. Wenn der Rotor in der Spitze des Kegels bzw. in der gedach-

ten Spitze des Kegelstumpfes 10 axial fixiert ist, bleibt die Spaltbreite  $a$  zwischen Rotor und Stator bei einer isotropen Ausdehnung des Rotors konstant.

3613344

1904

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 13 344  
F 04 D 19/04  
19. April 1986  
22. Oktober 1987

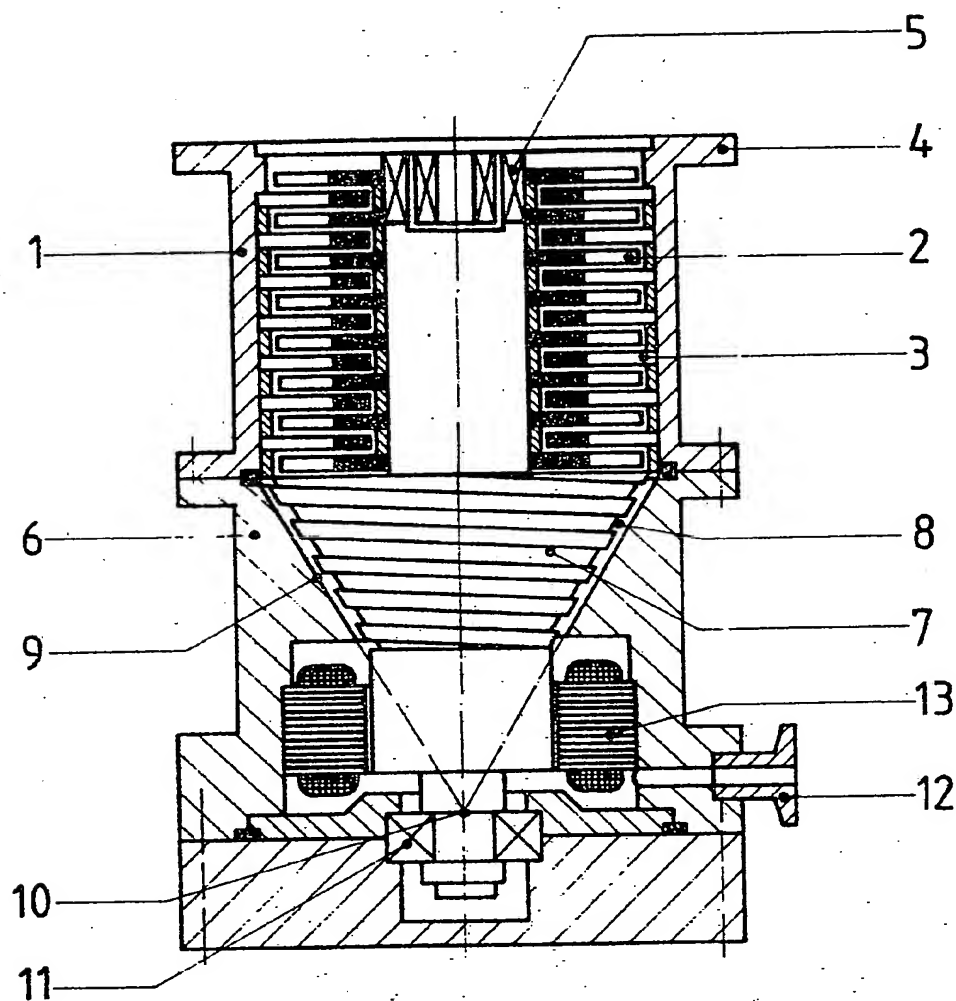
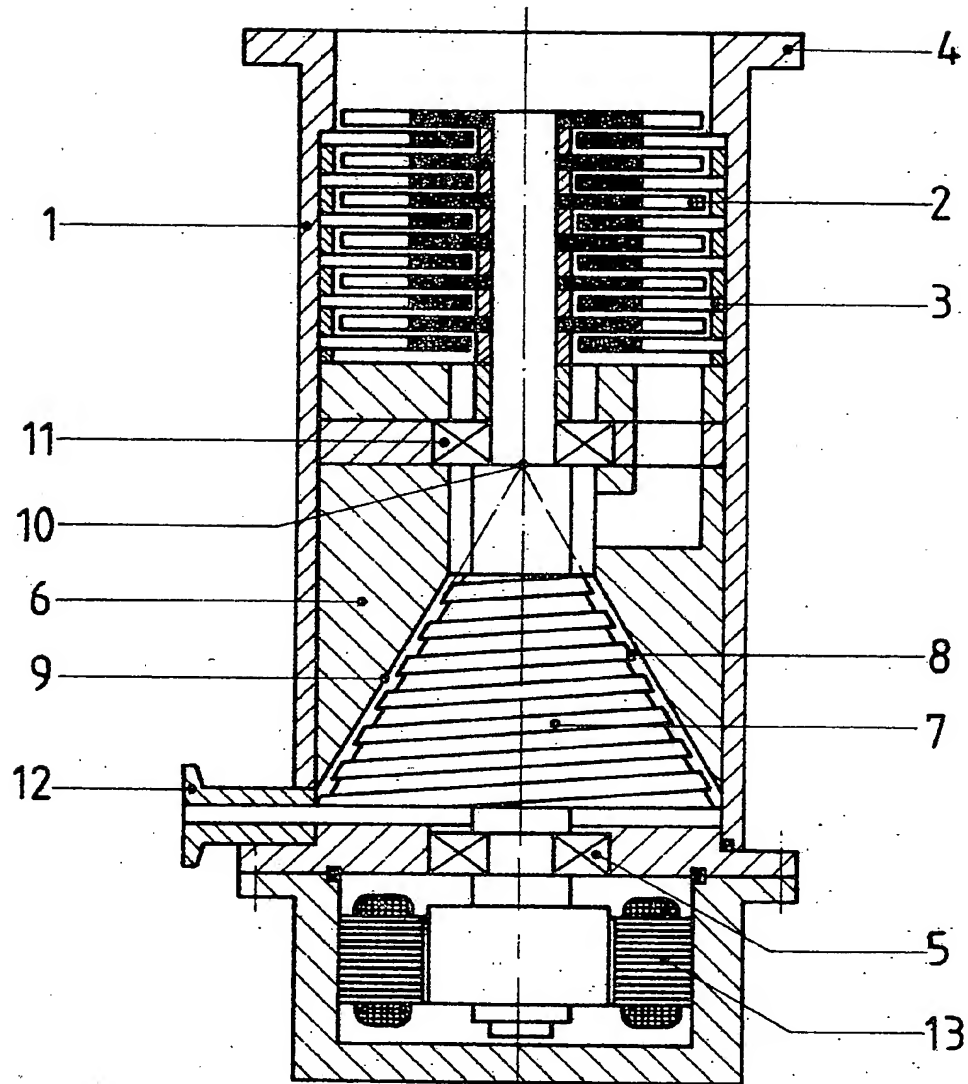
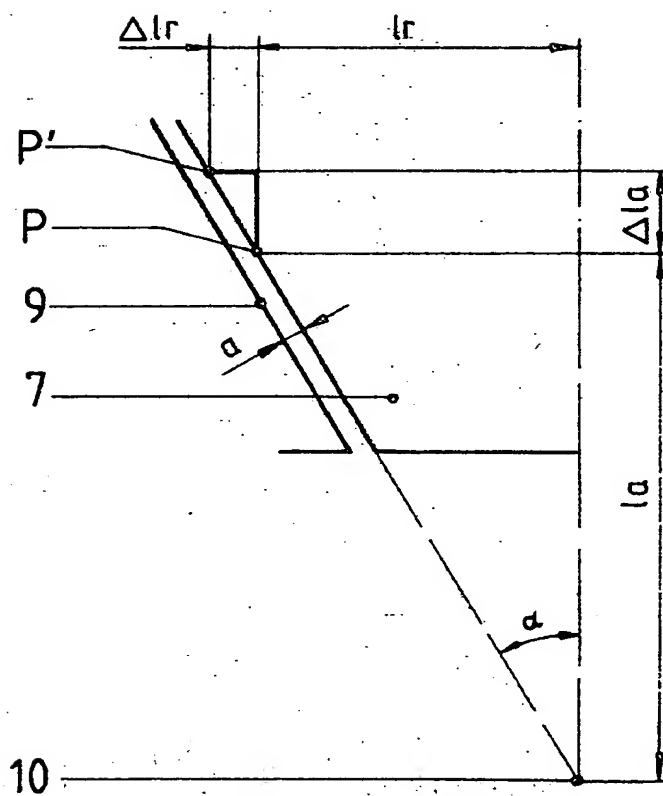


Fig. 1

1904-05

Fig. 2

19-04-88

Fig. 3